

Szabó Árpád
akadémikus

A tudománytörténet-írásról és a leghosszabb nap kérdésköréről

A szöveget gondozta: Gazda István

Periodikában megjelent publikáció

A szöveg forrása:
Tudománytörténet – Technikatörténet. A Tudománytani Szemelvények új
folyama. 3. évf. Bp., 1985. 1-16. old.
Kiad.: MTESZ Tudomány- és Technikatörténeti Bizottsága.

Budapest, 1985

Szabó Árpád¹

A TUDOMÁNYTÖRTÉNET-ÍRÁSRÓL ÉS A LEGHOSSZABB NAP KÉRDÉSKÖRE

I.

A tudománytörténet-írásról

Első pillantásra úgy látszik, hogy a tudománytörténet nagyon régi diszciplína. Már Arisztotelész a Kr. e. 4. században megbízást adott több tanítványának egy-egy tudományág történetének a megírására. Egyikük, Eudémosz meg is írta mind a matematika, mind az asztronómia történetét. Bár ezek a munkák elvesztek, csak egy-egy részletet, töredéket ismerünk belőlük, de azt, ami megmaradt, becses forrásként tartjuk számon ma is.

És mégis... Ha meglenne Eudémosz tudománytörténete, beérnénk-e vele manapság? (Ennek a kérdésnek természetesen csak akkor van értelme, ha ezúttal nem gondolunk többre, mint azokra a korszakokra, amelyeket jól ismerhetett Eudémosz, sőt amelyeknek a történetét ő írhatta meg legközelebbről.) – Nem hiszem, hogy az ókori tudománytörténet-írás – bármennyire becses forrás számunkra, akár csak meg is tudná közelíteni mai, korszerű igényeinket. – Összehasonlításként gondoljunk arra: Hérodotosz, a „történetírás atyja” megírta a perzsa háborúk történetét, a méltán nagynak tartott Thukydidesz pedig azét a peloponnészoszi háborúét, amelynek egy darabig ő maga is aktív részese volt. – És mégsem elégít ki bennünket – ezekre a korszakokra vonatkozóan sem – ennek a két ókori történetírónak a munkája. Mert időközben megváltoztak igényeink magával a történetírással szemben.

Még inkább így áll a helyzet akkor, ha a tudomány, az egzakt tudományok történetéről van szó. Ez a nagyon régi diszciplína ti. ugyanakkor valami merőben új is.

Annyira új a tudománytörténet, hogy alig egypár évtizeddel ezelőtt ilyesmiről még szó sem volt. Írtak ugyan tudománytörténetet az elmúlt évszázadok során, és ugyanígy a 20. századnak az első felében is, de akkor még alig volt pl. egyetemi képviselte ennek a szakmának. Akkor a tudománytörténet még alig volt több, mint egy-egy műkedvelő érdeklődése szakmájának a múltja iránt. Nem voltak tudománytörténeti kutató intézetek,

¹ Szabó Árpád akadémikus, matematikátörténész, csillagásztörténész, klasszikus filológus, ókortudós, műfordító, a Magyar Tudománytörténeti Intézet alapító elnöke.

társaságok, folyóiratok, kongresszusok és megbeszélések nemzetközi méretekben s olyan szinte áttekinthetetlenül nagy számban, mint manapság.

A tudománytörténet igazában csak a második világháború után bontakozott ki, lett közismertté, és terjedt el mindenütt a világon olyan mértékben, amilyenre eddig nem volt példa.

Túlságosan messzire vezetne, ha ki akarnék térni ezúttal arra: mi váltotta ki ezt a különös folyamatot. Hadd mondjak itt röviden csak annyit: az a merőben új helyzet, amelybe az emberiség a második világháború befejezésével jutott, olyan sok új, izgalmas kérdést vetett föl – többek között a tudomány mibenlétét, értelmét, alakulását, sorsát, jövőjét és természetesen múltját illetően is, hogy már ezeknek a kérdéseknek a nagyrészt váratlan felmerülése is érthetővé teszi – legalább részben – a tudománytörténet iránt megnyilvánuló rendkívüli érdeklődést.

De nem lehet feladatom, hogy ezeknek a fontos problémáknak elvi boncolgatásába bocsátkozzam. Inkább arra szeretném felhívni a figyelmet, hogy a hirtelen népszerűvé lett tudománytörténet mennyire problematikus – többek között két egyszerű, gyakorlati szempontból.

Egyrészt ti. nehéz lenne általános, megnyugtató választ találni arra a kérdésre: ki írhat egyáltalán tudománytörténetet? Ma, amikor a tudomány nagymértékű specializálódása eljuttatott oda, hogy nem könnyű gyakran még a rokonszalmák képviselői számára sem megérteniök egymás problémáit, nehezen képzelhető el, hogy lényeges történeti mondanivalója legyen egy-egy tudományszak belső életéről olyan valakinek, aki kívül áll a szakmán. – Ebből az következne, hogy csak a tudományszak aktív művelői lehetnek egyszersmind a szakma történészei. – Ezzel szemben áll viszont az a tapasztalati tény, hogy nem minden szakember igényli szakmájának történeti ismeretét.

Talán még ennél is nyugtalanítóbb a másik probléma: kihez szóljon a tudománytörténet és hogyan? Mert ne tévesszük össze ezt a diszciplínát se a tudomány népszerűsítésével, se szórakoztató érdekességek gyűjtésével az ismeretek korábbi, ma már túlhaladott fokáról. Az igényes tudománytörténet olyan összefüggések föltárására törekszik, amelyek éppen a szakember számára lehetnek igazán lényegesek. Annak, aki a tudomány múltját kutatja, munkája közben a szakma aktív művelőire kell gondolnia, mert elsősorban az ő számukra kell hogy mondanivalója legyen.

De mit jelenthet akkor a tudománytörténet a kívülálló, a nem szakember számára, akitől senki sem várhatja, hogy otthonos biztonsággal kezelje egy-egy szakterület legbelsőbb, speciális problémáit?

II.

Egy konkrét tudománytörténeti probléma: a leghosszabb nap kérdésköre²

Ez a probléma beleillik mind a naptár, a csillagászat, a földrajz, mind pedig a matematika – közelebbről: a geometria – történetébe. Engem tulajdonképpen az ókori matematika történetének egyik részletkérdése foglalkoztatott, amikor szinte véletlenül belebotlottam ebbe a másik kérdésbe, anélkül, hogy előre sejtettem volna, milyen széles perspektíva bontakozik majd ki előttem, ha türelmesen követem a kezembe került fonalat.

A részletkérdés, amelyre kezdetben választ kerestem, ez volt: hogyan került sor annak az ún. hűrtáblázatnak az összeállítására, amelyet annak a görög csillagásznak, Klaudiosz Ptolemaiosznak a művében találunk, aki időszámításunk 2. századában élt.

Középponti kérdésem csakhamar elvezetett egy másikhoz: a napárának, a görögök gnómónjának a naptárral kapcsolatos szerepéhez.

Ha fölállítunk a vízszintes síknak bármely pontjában egy függőleges botot, és reggeltől estig figyeljük az árnyékát, azt tapasztaljuk, hogy ez napfölkeltétől napnyugtáig állandóan változik: előbb fokozatosan rövidül, majd egy idő múlva megint hosszabbodni kezd. A vízszintes síkban függőlegesen álló bot a napóra legrégibb formája; ez a görög gnómón.

Bennünket ezúttal a napi legrövidebb árnyék időpontja érdekel. Ekkor áll ti. a Nap, az égitest a látszólagos napi körpálya legmagasabb pontján, a delelő ponton. Botunk napi legrövidebb árnyéka pedig földrészünkön, pontosabban: az egész északi féltekén, az észak-déli irányt mutatja.

Könnyű lesz észrevennünk azt is, hogy bár a napi legrövidebb árnyék, a déli árnyék iránya ugyanazon a helyen mindig változatlan ugyan, de nem így az árnyék hosszúsága. Nyáron ugyanis ugyanannak a botnak ugyanazon a helyen mért déli árnyéka rövidebb, télen pedig hosszabb. Ennek az oka az, hogy a Földgömb északi felén úgy látjuk: nyáron magasabban, télen pedig alacsonyabban delel a Nap.

Lesz tehát az árnyék megfigyelésére fölállított botunknak nemcsak napi „legrövidebb árnyéka” (ez a déli árnyék), hanem ez az árnyék maga is az év egyik napján „leghosszabb”, egy másikon pedig „legrövidebb” lesz. A legrövidebb déli árnyék a leghosszabb napra jellemző; ez a nyári napforduló déli árnyéka; a leghosszabb pedig a legrövidebb téli napé; ez az utóbbi a téli napforduló déli árnyéka. – Éppen egy fél-esztendő kell ahhoz, hogy a legrövidebb déli árnyékból (BR) a leghosszabb legyen (BT), és megfordítva: hogy a

2 Lásd bővebben: Szabó Árpád: A leghosszabb nap. = MTA Filozófiai és Történettudományi Osztályának Közleményei 29 (1980) pp. 217–233. (Akadémiai székfoglaló előadás.)

leghosszabb déli árnyék a legrövidebbre csökkenjen.

Árnyékmegfigyeléssel rögzítették az esztendő leghosszabb és legrövidebb napját. De mindjárt adódott ebből egy másik érdekes probléma is.

A téli napforduló után hosszabbodnak a nappalok és rövidülnek az éjszakák; a nyári után pedig a nappalok rövidülnek, és az éjszakák hosszabbodnak. Önként adódik ebből a várakozás: lesz nyilván két olyan alkalom is az esztendőben, amikor ugyanolyan hosszú a nappal, mint az éjszaka. Az egyik a tavaszi, a másik meg az őszi napéjegyenlőség.

Azt viszont már korántsem volt könnyű megállapítani: milyen hosszú lesz a napéjegyenlőség déli árnyéka, ha BR a déli árnyék a leghosszabb nyári, BT pedig a legrövidebb téli napon-amint ezt ábránk mutatja. Első közelítésként ti. szinte önként adódott a válasz, amit ábránk sugallni látszik: nyilván feleznünk kell az RT szakaszt. – Csakugyan: a görögség előtti keleti népek így próbálták megmérni a napéjegyenlőség déli árnyékát. Ez a mérés azonban félrevezető és korántsem ad megnyugtató eredményt. A helyes megoldást később egy ilyen megfontolás alapján érték el a görögök:

Legrövidebb a déli árnyék (BR) akkor, amikor a Nap fönn az égboltozaton valahol az RA szakasz meghosszabbításának egy pontján látszik delelni. Nevezzük ezt a pontot L-nek. – Leghosszabb viszont a déli árnyék (BT) akkor, amikor a Nap az égbolt K pontján delel. – Nem kell hozzá sok fantázia, hogy körivet képzeljünk az égboltra a két delelési pont, L és K közé.

Ennek az égre vetített körívnek a tükörképét kapjuk meg akkor, ha az AB árnyékmérő bottal mint rádiusszal és a bot A csúcsával mint középponttal kört rajzolunk. Ha viszont felezzük az égre vetített körívnek földi tükörképét az F pontban akkor nem is kell már egyebet tennünk, mint összekötnünk ezt az F pontot a gnómón csúcspontjával, és az összekötő egyenesnek a meghosszabbítása megadja a napéjegyenlőségi déli árnyék végpontját a BT egyenesen. (Bekarikáztam ezt a C pontot az ábrán.)

A hagyomány szerint Anaximandrosz volt az első görög a Kr. e. 6. században, akinek sikerült megmérni a napéjegyenlőség déli árnyékát. A napéjegyenlőség (az aequinoctium) ugyanis már korántsem olyan könnyen megfigyelhető valami, mint a napfordulók időpontja. Azt, hogy mikor leghosszabb, vagy mikor legrövidebb a nappal, viszonylag könnyű észrevenni. De a nappalnak és az éjszakának az egyenlősége igazában már nem megfigyelhető, inkább csak kiszámítható valami. – Rekonstrukcióm szerint ez a kiszámítás Anaximandrosznak az említett módon a körív felezésével sikerült.

Mint a jóval később élő római Vitruviusnak egyik leírásából kiderül: az a művelet, amelyet az előbbi rekonstrukció során a gnómónnal végeztünk, egyszersmind asztronómiai

világképet is ad. A következőkben mindenekelőtt ismertetem ennek az asztronómiai világképnek legfontosabb elemeit.

A kör, amelyet a gnómónnal mint rádiusszal és a gnómón csúcspontjával mint középponttal rajzolunk: a meridián, magyarul: a délkör. Ha ti. abból indulunk ki, hogy a B pontban állunk, és innen figyeljük az égi jelenségeket, akkor úgy látjuk, mintha a Nap mindig a most megrajzolt körnek baloldali felső negyedében delelne. (Ugyanennek a körnek jobboldali alsó negyede tükörképe a baloldali felső negyednek.) Vitruvius leírásában a délkör, a meridián egyszersmind kétdimenziós képe is a teljes látszólagos éggömbnek, illetőleg a kozmosznak.

A BRT betűkkel jelölt egyenes – minthogy mindig erre a vonalra esik a gnómón déli árnyéka – természetesen az észak-déli irányt mutatja. – A vele párhuzamos, EAI betűkkel jelölt egyenesnek – amely átmegy a meridián-kör A középpontján – Vitruvius a horizont nevet adja. Ez a kör választja el a teljes égboltozat felső látható félgömbjét a másik, az első félgömbtől, amelyet nem látunk. – Ha, persze, elhagyjuk a Föld felületén azt a pontot, ahonnan az égboltot vizsgáltuk, és messzebb megyünk (esetleg pár száz, vagy pár ezer kilométerre) eredeti vizsgálódásunk helyétől, mondjuk délre vagy északra, megváltozik horizontunk. Ha dél felé mentünk, akkor ebben az irányban többet látunk az égboltból; északon viszont ugyanannyival kevesebbet. Az északra vagy délre haladással az egyik oldalon csökken, a másikon pedig növekszik horizontunk. Ez annak a következménye, hogy a Föld gömb alakú, és a horizont tulajdonképpen az az érintő körlap, amelynek középpontjában mi magunk állunk; e körlap pedig merőleges a Földnek arra a rádiuszára, amely függőlegesen álló törzsünk folytatásaként a Föld középpontja felé mutat.

Ábránkon a „horizont kört” egyetlen egyenes vonal (EAI) – a kör átmérője – képviseli. Mondtam már, hogy az ábrán látható teljes kör, a meridián, nemcsak a B megfigyelő pontra vonatkoztatott délkör, hanem egyszersmind szimbolikus képe az egész éggömbnek is – felső látható, és alsó nem látható féltekéjével. – A Föld maga ti. eszerint a szimbolikus asztronómiai világkép szerint nem több, mint magának a gnómónnak a felső csúcspontja. – Az NAF betűkkel jelölt egyenes az a déli napsugár, amely megadja a BRT egyenesen a napéjegyenlőség árnyékát (C végponttal). Ugyanez az egyenes (NAF) azonban nemcsak az ábránkon látható meridián-kör vízszintes átmérője, hanem egyszersmind átmérője egy másik, még érdekesebb körnek. A Nap mint égitest ti. napéjegyenlőségkor egy olyan körpályán látszik mozogni, amelynek átmérője éppen ez az NAF egyenes. NAF tehát mindenekelőtt az égi egyenlítő átmérője. Természetesen tekinthető ugyanez szimbolikus a földi egyenlítő átmérőjének is. Mert a földi egyenlítő csak vetülete az éginek. Az égi egyenlítő a Nap

látszólagos pályája napéjegyenlőségkor; a földi egyenlítőn viszont – az égi alatt – mindig egyenlő a nappalok és az éjszakák időtartama.

Látható ezenkívül ábránkon még két, az egyenlítő átmérőjével párhuzamos egyenes; az egyik jobbra tőle – némileg „fölötte” (LG); a másik balra, szinte az egyenlítő átmérője „alatt” (KH). Vitruvius szövege ezt a két egyenest is „átmérőknek” nevezi. Ha ti. ábránkat a déli árnyékok alapján konstruált szimbolikus világképnek tekintjük, akkor a Nap, mint égitest, a két napforduló alkalmával egy-egy olyan körpályát látszik leírni, amelynek átmérője a KH és az LG egyenes. Szimbolikusan tehát ez a két „átmérő” is egy-egy hozzá tartozó kört képvisel: LG a nyári napforduló, KH pedig a téli napforduló körét.

A napfordulók neve görögül: trópusok. Az északi féltekén az egyenlítőtől kb. 23 és 1/2 fokra a Ráktérítő az egyik, délre pedig az egyenlítőtől ugyanilyen távolságra a Baktérítő a másik trópusi kör; a kettő között húzódik a forró égöv.

Az égbolton, illetőleg pontosabban a meridián-körön látjuk az LK betűkkel jelzett ívet. Ezt az ívet (LK), azaz ennek földi tükörképét, a két gnómón-árnyék között, a HG ívet kellett feleznünk ahhoz, hogy megkapjuk árnyékmérő botunknak napéjegyenlőségi árnyékát, és ezzel együtt az égi egyenlítő síkját, az NAF egyenest.

Mínthogy az előbb azt mondtam: a Rák- és a Baktérítő kb. 23 1/2 fokra van az egyenlítőtől északra és délre, ebből az következik, hogy a két trópusi kör távolsága egymástól kb. 47° lehet. – Az erre vonatkozó régi görög mérések még ennyire sem voltak pontosak. A Kr. e.-i 5. század híres görög csillagásza, a khioszi Ionpidész ezt a távolságot még úgy határozta meg, hogy a két napforduló kör távolsága az egyenlítőtől északra és délre³ megfelel a körbe írt szabályos 15-szög egy oldalának. Ez ti. pontosan 24°. (Mindenesetre már a Kr. e.-i 3. században Eratoszthenész, majd 100 évvel később Hipparkhosz tovább tökéletesítették ezt a mérést.) – Érdeemes azonban fölfigyelnünk erre az adatra. Mert ez a szögmérték (24°) egyszerismind a Föld tengelye és az ekliptika tengelye által bezárt szög is. Ferdeségnek („loxotész”) nevezi ezt az antik tudományos irodalom.

Fordítsuk ezek után figyelmünket arra a derékszögű háromszögre, amelynek egyik befogója a függőlegesen álló gnómón (AB); a másik befogó a vízszintes síkban a napéjegyenlőségi árnyék (BC); az átfogó pedig AC: a déli napsugárnak az a szakasza, amely az előbbi árnyékot veti. Különös érdeklődésünkre tarthat számot ebből a derékszögű háromszögből az A pontnál levő szög, amelyet egyszerűség kedvéért a BF körívvel mérhetünk. Ez a körív ti. – amint ez az ábráról is azonnal leolvasható – a B pontnak az egyenlítőtől való távolsága a meridián mentén. Ezt a fogalmat nevezi a mai terminológia a B

3 Azaz a két trópus-kör egymástól való távolságának a fele. (– a szerző megj.)

pont földrajzi szélességének, amelyet fokokban szoktunk megadni. A „földrajzi szélesség” ókori neve egy olyan görög szó, amelyet manapság már kissé megváltozott értelemben használunk, ti.: klíma. Eredetileg ez a szó, „hajlást”, „görbületet” jelentett.

Ókori latin fordítása elárulja mindjárt azt is, minek a hajlásáról, görbületéről volt itt szó. Rómában ugyanis *declinatio caeli*-vel jelölték azt a fogalmat, aminek görög neve klíma volt. A görög tudománynak ez a szakkifejezése valójában az „ég hajlása” volt. (A magyar „éghajlat” már csak mint emlék tükrözi a görög eredeti jelentését.) Az ábra segítségével azt is meg tudjuk oldani, melyik az az „éghajlás”, amelyet az ókori terminológia mint „klíma” fogalmat ugyanabban az értelemben használt, mint amit számunkra a „földrajzi szélesség” jelent. Ennek a megértéséhez a következő gondolatmenetre van szükségünk.

Mint ahogy árnyékmérő botunkat – az ábra szerint – a B pontban állítottuk föl, a valóságban ebből a pontból vizsgáljuk fejünk fölött az égboltot. Amikor viszont meghúztuk a horizont-kör átmérőjét, az EAI egyenest, ezzel szimbolikusan nemcsak az éggömböt osztottuk egy felső látható, és egy alsó nem látható féltekére, hanem – ugyancsak szimbolikusan – áttolódott vizsgálódásunk kiindulópontja is B pontból az A-ba. (Szimbolikusan tehát most már az A pontba képzeljük magunkat.) Fejünk fölött az égbolt legmagasabb pontja a zenit. A zenitnek az egyenlítőtől – illetőleg pontosabban: az egyenlítő átmérőjének N pontjától – való távolsága ábránkon egy vastagon kihúzott körív, a szóban forgó „éghajlás”, a klíma, amit a mai terminológia „földrajzi szélességnek” nevez. – Természetesen nem tudjuk megmérni ezt a körívet vagy szöget sem – az égbolton. Helyette ugyanennek a körívnek földi tükörképét mérjük, a BF körívet ábránkon. (A két szög mint csúcsszög egyenlő.)

Ne felejtsük el azt sem: milyen különös gondolatmenet húzódik meg a görög szakkifejezés mögött. Amikor klímáról beszéltek, az ég hajlását mérték, ami csak pusztán látszat. De ez a látszathajlás mégis megadja a Földgolyónak nagyon is konkrét görbületét a meridián mentén az egyenlítőtől addig a pontig, ahol az árnyékmérő bot áll. Persze, hiszen az eget azért látjuk félgömbnek a fejünk fölött, mert talpunk alatt a Föld csakugyan gömb alakú. Ugyanakkor ezt a Földgolyót a világegyetem középpontjába is képzeljük. Igaz, a mi világnézetünk már nem geocentrikus. De a világegyetem roppant méreteihez arányítva a heliocentrizmus vagy geocentrizmus különbsége jelentéktelenné törpül. A matematikai földrajz szélesség – és hosszúságmérései ma is ugyanabból a fikcióból indulnak ki, ami a görög csillagászatnak alaptétele volt a Föld mozdulatlan gömb a világegyetem középpontjában. Az egész világegyetem mozgását erre a mozdulatlannak képzelt pontra vonatkoztatjuk.

Föl kell itt még hívnom a figyelmet egy olyan fogalomra, amely a görög klíma és a mi

„földrajzi szélesség” fogalmunkkal egyenértékű, jóllehet ez nem az „ég hajlását”, és nem is a Föld „görbületét”, azaz a megfigyelőnek az „egyenlítőtől való távolságát” méri, hanem valami olyasmit, ami az előbbi kettővel csak mint mennyiség egyenlő.

Ábránkon ti. a PQ egyenes merőleges az A pontban az egyenlítőnek NAF átmérőjére. Ez az egyenes tehát (PQ) a Földnek, illetőleg az egész világegyetemnek képzeletbeli tengelye. Úgy látjuk, mintha az egész égbolt e körül a tengely körül végezne egy teljes fordulatot 24 óra alatt. A tengely felső vége, a P pont az északi sark felé mutat. – De nézzük meg most azt is: milyen szöget zár be ez a tengely a horizont vonalával. (Ha most horizontról beszélek, egészen mindegy, hogy annak a „horizont körnek” az átmérőjére gondolunk-e, amelyet az EAI egyenes ábrázol, vagy az ezzel párhuzamos BRT egyenes meghosszabbítására – bal felé. Egyszerűség kedvéért a szöget az utóbbin jelöltem a görög φ (ϕ) betűvel. (Ha figyelmesen vizsgáljuk, azonnal észrevevesszük: a BF ívvel jelölt szögnek egyfelől, és másfelől a φ szögnek a szárai merőlegesen egymásra. Ezért ez a két szög – egy nagyon régen fölsímert geometriai tétel értelmében – egyenlő. Látszólag csak nevében különbözik ez a két szög egymástól, pedig igazában a két név, két különböző fogalmat is jelöl. A BF ívről tudjuk már, hogy ez a klíma, a „földrajzi szélesség”, a B pontnak az egyenlítőtől fokokban mért távolsága. A φ szög viszont: az adott helyen az északi sark magassága a horizont fölött. – Ez a most három néven megjelölt két fogalom azonban ugyanazon a helyen mindig azonos mértékszámot ad.

Érdemes lesz a két azonos mértékszámot adó fogalmat („sarki magasság” és „klíma” – a szó antik értelmében) gondosan megkülönböztetnünk. Az antik tudomány ugyanis a kettő kiszámítására két egymással párhuzamos módszert dolgozott ki. A két módszer biztosította az eredmény ellenőrizhetőségét.

Az egyik módszert röviden így jellemezhetem: megmérték valamely adott helyen a gnómonnak és napéjegyenlőségi déli árnyékának az arányát. (Pl. Rómában ez 9:8, ez azt jelenti, hogy ezen a helyen napéjegyenlőségkor délben a 9 egység hosszú gnómonnak 8 egység hosszú az árnyéka. Ugyanez az arány Athénben 4:3.) Ebből a két adatból ki tudták számítani a kérdéses hely távolságát az egyenlítőtől fokokban, a „klímát”.

A másik módszer viszont abból állt, hogy megállapították a kérdéses helyen órákban (és esetleg az óra törtrészeiben) a leghosszabb nap időtartamát, és ebből az adatból számították ki a „sarki magasságot”. – A két módszernek, ha jó volt a mérés, és ha nem következtek el hibát a kalkuláció során ugyanazon a földrajzi helyen ugyanazt az eredményt kellett adnia.

Szó volt ugyanis már eddig is nemcsak a napi legrövidebb árnyékról – ez a déli árnyék –, hanem arról is, hogy ez maga az esztendő egyik nyári napján (június 21.) a legrövidebb, egy másik, egy téli napon meg (december 21.) a leghosszabb. Könnyű lesz belátnunk, hogy az

esztendőnek éppen az a napja a leghosszabb, amikor legrövidebb a déli árnyék, és megfordítva. Ha elgondolkozunk rajta egy kicsit, rögtön belátjuk még a következő két összefüggést is.

Bizonyos, hogy ugyanannak a botnak ugyanazon a napon mért árnyéka sem lehet egyforma hosszú, ha két olyan helyen végzünk egyszerre mérést; mint pl. délen, Rhodosz szigetén, és fönt északon valahol Skandináviában. A Rhodosz szigetén mért déli árnyék nyilván rövidebb lesz, mint ugyanannak a napnak déli árnyéka Skandináviában, minthogy Rhodosz fölött mindig magasabban delel a Nap, mint akárhol Skandináviában.

De nemcsak a déli árnyék hosszúsága más északon meg délen. Más és más ezeken a helyeken az év leghosszabb napjának az időtartama is. Hiszen ún. „fehér éjszakák” csak messze fönn északon vannak. Minél délebbre megyünk, annál kevésbé vesszük észre, hogy a nyári nappalok hosszabbak, mint a téliek. Sőt, ha magán az Egyenlítőn töltenénk hosszabb időt, azt kellene tapasztalnunk, hogy változatlanul mindig 12-12 óra a nappal és az éjszaka időtartama. Kimondhatjuk tehát, hogy – amennyiben figyelmünket az északi féltekére összpontosítjuk – a nappalok időtartama nemcsak aszerint növekszik vagy csökken, amint közeledünk időben június 21-hez – a nyári napforduló időpontjához – vagy távolodunk ettől a dátumtól, hanem aszerint is, hogy mennyire távolodtunk el az Egyenlítőtől az északi sark felé. Az Egyenlítőn még minden nappal és minden éjszaka azonos időtartamú; az északi sarkon viszont már teljes hat hónap a nappal és hat hónap az éjszaka.

Ennek megfelelően az ókori csillagász Klaudiosz Ptolemaiosz a „szélességi köröket” – amelyeket ő párhuzamos köröknek nevez – az Egyenlítőtől kiindulva az északi sark felé éppen aszerint osztályozza: hogyan növekszik rajtuk az év leghosszabb napjának az időtartama. Mi ezeket a köröket egyszerűen csak számozzuk, 0° -tól 90° -ig: 0° az Egyenlítő, 90° pedig az északi sark. Ismeri ezt a számozást Ptolemaiosz is, de az ő beosztásában a fokenként való megjelölés – mint az Egyenlítőtől mért távolság – csak második helyre kerül. Előbb mindig azt említi meg: mennyi ideig tart a kérdéses helyen a leghosszabb nap. Első párhuzamos köre az, amelyen a leghosszabb nap 12 óra 15 perc. Majd ezt követik sorban a körök, amelyeken a leghosszabb nap időtartama előbb negyedórakkal, félórakkal, majd órákkal növekszik, végül az órákból hónapok lesznek, míg aztán az északi sarkon – ahol Ptolemaiosz, persze, már nem járt, csak elméletből tudta: a leghosszabb nap éppen egy félév. (Bár a leghosszabb nap időtartama körről körre egyre nagyobb arányokban növekszik, Ptolemaiosz körei észak felé egyre közelebb sorakoznak egymás után.)

A leghosszabb nap időtartamának megállapítása után Ptolemaiosz – ahol teheti – megnevez egy-egy ismertebb földrajzi helyet, amelyen áthalad az éppen szóban forgó

Ptolemaiosz korában, Kr. u. 2. századában, nem sok értelme volt már annak, hogy ismervén valamely adott helynek az Egyenlítőtől mért távolságát (fokokban), ebből számítsák ki az esztendő négy napjára jellemző árnyékhosszúságot. Ez akkor már csak „hagyomány” volt. Valamikor régen azonban, évszázadokkal korábban éppen megfordítva: az árnyéket mérték, és ebből számítottak ki több fontos adatot. A napi legrövidebb árnyék alapján mondták meg azt, hogy mikor van dél. Az évi legrövidebb árnyék volt a nyári napforduló jele és így tovább. A bot és a napéjegylenlőségi árnyék hosszából viszont az Egyenlítőtől mért távolságot, a földrajzi szélességet számították ki. Aztán egyszer valamikor – mai tudásunk szerint a Kr. e. 4. században – rájöttek arra is, hogyan lehet kiszámítani valamely adott helyen a leghosszabb nap időtartamából a kérdéses hely sarki magasságát. Minthogy viszont – amint erre már korábban utaltam – valamely helynek az Egyenlítőtől mért távolsága fokokban ugyanaz a mennyiség, mint a sarki magasság ugyanazon a helyen, a két számításnak azonos eredményre kellett vezetnie. Ezért adja meg a matematikai földrajzi irodalom egy-egy alkalommal a helyre jellemző „leghosszabb nap-időtartamot” órákban; ebből az adatból számították ki a sarki magasságot – amit persze, derült, csillagos éjszakákon közelítő pontossággal meg is tudtak mérni. – Ismervén ezenkívül a gnómón napéjegylenlőségi árnyékának a hosszát, ebből ki tudták számítani a kérdéses hely távolságát az Egyenlítőtől fokokban; ez az utóbbi a földrajzi szélesség. A két eredménynek (sarki magasság – szélesség) azonosnak kellett lennie, éppen ebből állt a számítás ellenőrzése.

